

GROW

OBSERVATORY

Die sinnvolle Nutzung von Sensoren





Inhalt

| | |
|----------------------------------|----|
| Einleitung | 3 |
| Bodenfeuchte verstehen | 3 |
| Erste Schritte | 5 |
| Tagesmuster | 6 |
| Licht | 6 |
| Temperatur | 6 |
| Wochenmuster | 7 |
| Langfristige Muster | 9 |
| Räumliche Muster | 11 |
| Muster in Zeit und Raum | 12 |
| Was beeinflusst Sensormesswerte? | 14 |
| Überschirmungsgrad | 14 |
| Flächennutzung | 14 |
| Flächenbewirtschaftung | 14 |
| Neigung | 16 |
| Bodentyp | 16 |
| Bodenart | 17 |
| Porosität und Dichte des Bodens | 18 |
| Messfehler | 19 |
| Fallstudien | 21 |
| Pavlos Georgiadis | 21 |
| Kiki Chatzisavva | 22 |
| Herunterladen der Sensordaten | 22 |



Einleitung

Sensordaten können Pflanzenzüchtern helfen, mühelos Korrelationen (Zusammenhänge) zwischen Bodenfeuchte, Temperatur und Lichtintensität zu erkennen. Die Beziehung zwischen diesen drei Anbauaspekten lässt sich natürlich auch ohne Sensoren erkennen, doch bieten Sensordaten den zusätzlichen Vorteil, diese Messwerte unabhängig von Zeitpunkt und Jahreszeit problemlos verfügbar zu machen. Pflanzenzüchter haben die Möglichkeit, ältere Daten einzusehen und sie mit Wetterereignissen und Maßnahmen zur Bodenbewirtschaftung wie Bewässerungsaktionen, Mulch- und Düngereinsätzen in Beziehung zu setzen.

Sensordaten bieten lediglich Anhaltspunkte. Wohl gibt es allgemeine Grenzwerte, die für optimale Ergebnisse stehen, der Pflanzenzüchter muss jedoch seine Flächen kennen, um die Messungen auslegen zu können. Da alle gemessenen Eigenschaften zusammenhängen – Beschattung verringert zum Beispiel den Wasserverlust durch Verdunstung –, wird Pflanzenzüchtern empfohlen, diese zusammen zu studieren.

Bodenfeuchte Die Überwachung dient der Feststellung von Pflanzenstress und Bewässerungsbedarf. Die Sensordaten können Pflanzenzüchtern dabei helfen, die optimale Bodenfeuchte für eine bestimmte Fläche, einen Bodentyp oder eine Nutzpflanze festzustellen.

Düngemittel Einige Bodensensoren messen mithilfe der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens die Bodenfruchtbarkeit. Die elektrische Leitfähigkeit ist eine Messgröße, die angibt, wie stark die Fähigkeit eines Stoffes ist, elektrischen Strom zu leiten. Über Düngemittel gelangen Nährstoffe und Salze in den Boden, dessen elektrische Leitfähigkeit verbessert wird. Die elektrische Leitfähigkeit des Bodens kann durch weitere Faktoren beeinflusst werden, wie pH-Wert, Bodentiefe, Temperatur, Bodentyp und Bodenfeuchte. Die Verlässlichkeit von Flower-Power-Sensoren zur Messung der Bodenfruchtbarkeit wurde von GROW Observatory nicht erprobt und wird auch in diesem Leitfaden nicht behandelt.

Temperatur Beeinflusst die Keimung, den Pflanzenwuchs und das Bodenleben sowie die Verdunstungsintensität. Die Flower-Power-Sensoren messen die Luft- und nicht die Bodentemperatur, die um 10 bis 15 °C höher als die Lufttemperatur sein kann. Ein Sensor, der direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist, wird höhere Temperaturen messen als im Schatten.

Licht Beeinflusst die Keimung und das Pflanzenwachstum und zeigt die Veränderungen des Lichts über Tage und Jahreszeiten hinweg. Eine verringerte Lichtintensität kann ein Anzeichen dafür sein, dass die Pflanzen den Sensor überwuchern und die Beschattung zunimmt.

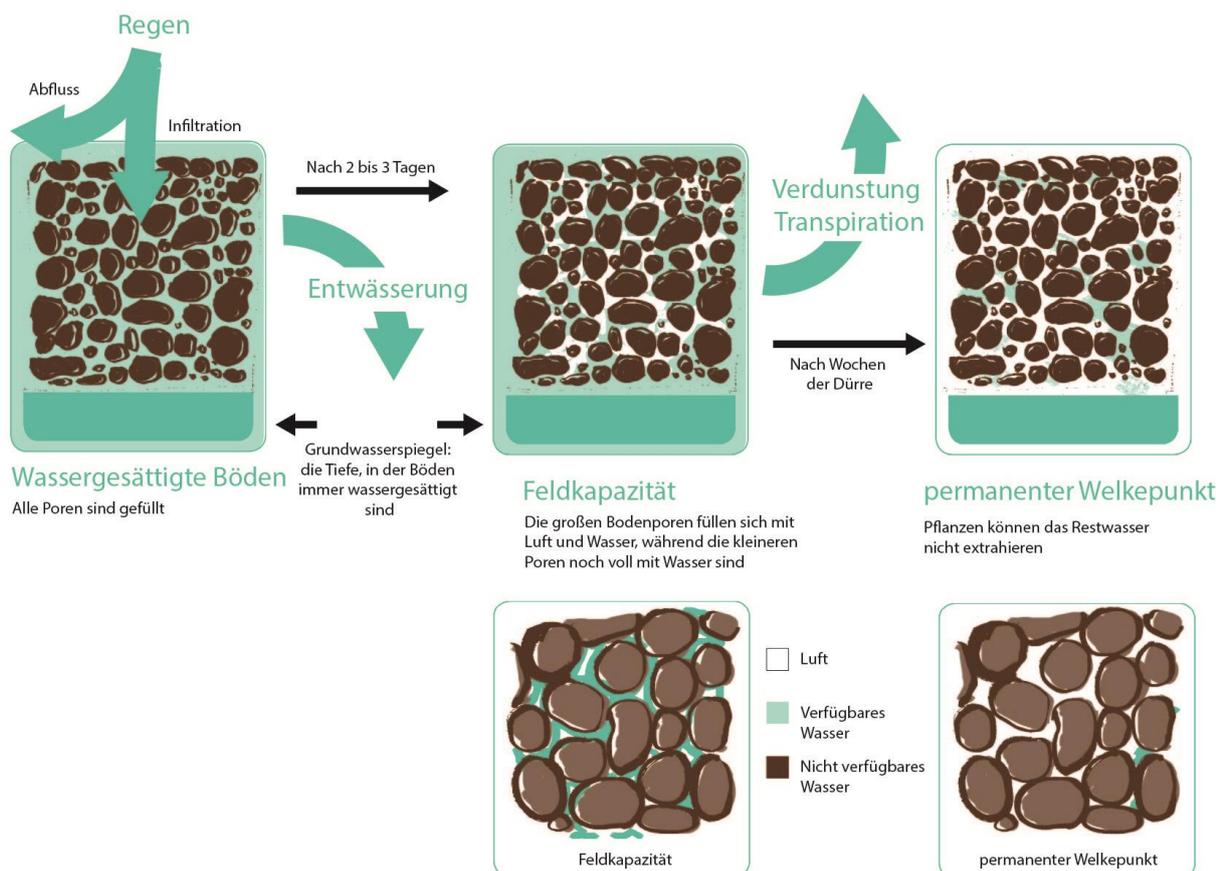
Bodenfeuchte verstehen

Bodenfeuchte war der Schwerpunkt von GROW Observatory und ist eine wesentliche Bodenmessgröße. Die richtige Bodenfeuchte ist nicht nur für ein optimales Pflanzenwachstum erforderlich sondern reguliert auch den Energieaustausch und die Kohlenstoffflüsse zwischen Boden und Atmosphäre, ein Vorgang, der sich stark auf das Klima auswirkt. Zusammen könnten von „Bürgerforschern“ erhobene Bodenfeuchtedaten zur Prognose der Wahrscheinlichkeit von Dürre- und Überschwemmungsereignissen genutzt werden und Bodenfeuchtedaten validieren, die durch Fernübermittlung von Satelliten gewonnen werden.



Böden können auf zweifache Weise Wasser speichern: in Poren und in einer dünnen Schicht, die die Bodenteilchen umgibt. Ein voller Sättigungsgrad ist erreicht, wenn alle Porenräume mit Wasser gefüllt sind und keine Luft in den Boden eindringen kann. Dauert dieser Zustand länger an, können die Wurzeln nicht atmen und die Pflanzen sterben ab. In wassergesättigten Böden sterben die Wurzeln der meisten Pflanzen rapide ab. Läuft das Wasser ab, kann Luft (einschließlich Sauerstoff) in die Poren dringen, die den Wurzeln zuträglich ist. Nach Abfluss des Wassers füllen sich die großen Bodenporen mit Luft und Wasser, während die mittelgroßen und kleinen Poren weiterhin voll mit Wasser sind. In dieser Phase weist der Boden die sogenannte Feldkapazität auf. Bei Feldkapazität sind Wasser- und Luftgehalt des Bodens für das Wachstum der Pflanzen ideal. Dieser Zustand wird üblicherweise zwei bis drei Tage nach einer großen Durchnässung erreicht.

Die Pflanzenwurzeln können zu dem in Porenräumen gespeicherten Wasser vordringen, doch das die Bodenteilchen umschließende Wasser könnte zu fest gebunden sein, als dass die Pflanzenwurzeln es aufnehmen könnten. Trocknet ein Boden bis zum permanenten Welkepunkt aus, kann die Pflanze den verbleibenden Wasservorrat nicht mehr nutzen. Die der Pflanze zur Verfügung stehende Wassermenge (nutzbare Feldkapazität (nFK) oder Bodenwasservorrat) ergibt sich aus der im Boden gespeicherten Wassermenge bei Feldkapazität abzüglich der Wassermenge, die beim permanenten Welkepunkt im Wasser verbleibt. Die Feldkapazität, der permanente Welkepunkt und der Bodenwasservorrat sind sogenannte Merkmale der Bodenfeuchte. Diese sind bei ungestörten Böden konstant, variieren jedoch erheblich von einem Bodentyp zum anderen.



Wie Bodenfeuchte wirkt



Es gibt zwei Messverfahren, um die Menge der im Boden befindlichen Feuchtigkeit und den Anteil festzustellen, der von dieser Feuchtigkeit durch bestimmte Pflanzen absorbiert wird.

- Bodenwassergehalt – bezeichnet die Menge des im Boden vorhandenen Wassers; wird normalerweise als prozentualer Anteil basierend auf Masse oder Volumen beschrieben. Die meisten Bodensensoren, einschließlich der Flower-Power-Sensoren, messen den Bodenwassergehalt.
- Bodenwasserspannung – ein Maß für die Fähigkeit der Pflanzenwurzeln, Wasser aus dem Boden zu extrahieren (wird normalerweise in Kilopascal (kPa), Maßeinheit des Drucks, angegeben).

Die gesamte von den Pflanzen absorbierbare Bodenwassermenge wird pflanzenverfügbares Wasser genannt. Seine Menge ist je nach Anbaufläche unterschiedlich und richtet sich nach [Bodenart](#), [organischer Bodensubstanz](#), Steingehalt, der Aktivität kleiner, den Boden auflockernder Tiere, Tiefe und Dichte der Pflanzenwurzeln und menschlicher [Bodenbewirtschaftung](#) (zumeist Intensität, Tiefe und Häufigkeit der Bodenbestellung). Einige dieser Faktoren werden im vorliegenden Dokument ausführlicher behandelt. Der eigentliche Bodenwassergehalt liefert nur wenig Anhaltspunkte über die tatsächlichen Anbaubedingungen. Seine Auslegung muss zusammen mit Merkmalen des Bodens und der Pflanzen erfolgen, um abzuschätzen, ob die Nutzpflanzen über genug Wasser verfügen oder Stress aufgrund Wassermangels oder Sauerstoffmangels durch Staunässe ausgesetzt sind.

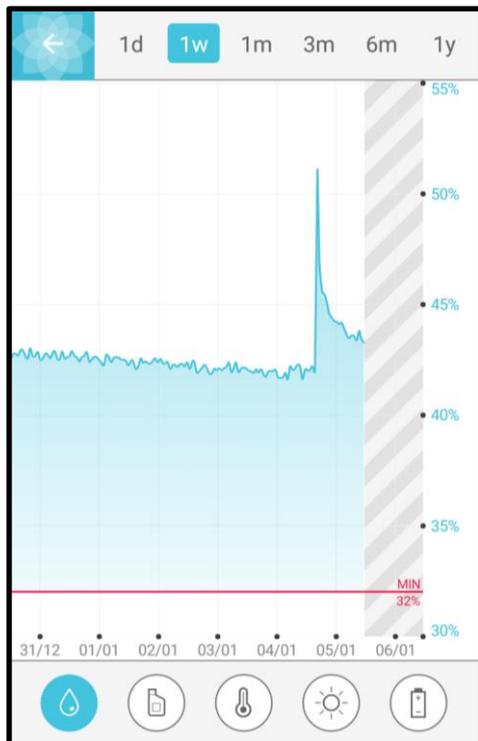
GROW Observatory hat ein Gerät zur Messung des [Bodenwassergehalts](#) entwickelt, um Pflanzenzüchtern jeglicher Größe die Möglichkeit zu bieten, mehr über die Wasserverfügbarkeit ihrer Böden zu erfahren. Die Visualisierungen zeigen, wann die Pflanzen über ausreichend bzw. nicht über ausreichend Wasser verfügen und können Pflanzenzüchtern bei der Entscheidungsfindung helfen, welche Pflanzen sie anbauen möchten.

Erste Schritte

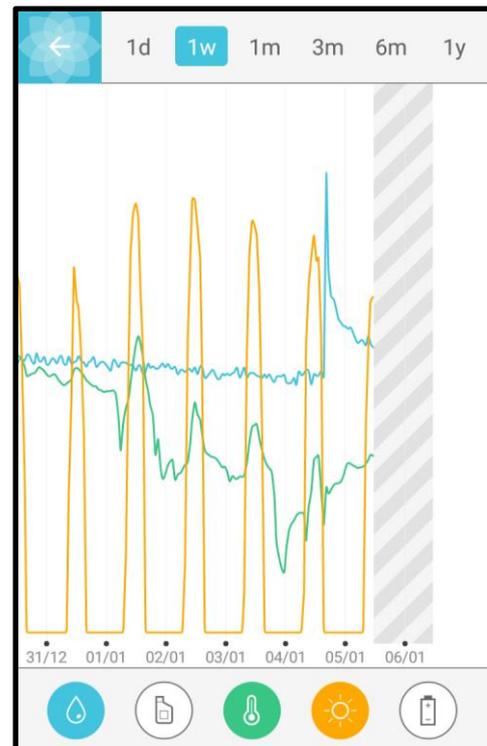
Verwenden Sie einen Parrot-Flower-Power-Sensor, zeigt die App Ihre Sensormessungen über einen bestimmten Zeitraum an. Sofern andere Sensoren über vergleichbare Apps verfügen, könnten die Muster für Licht, Temperatur und Bodenfeuchte ähnlich ausfallen.

Wählen Sie in der Flower-Power-App auf dem Bildschirm „Mein Garten“ das Sensorsymbol rechts unten aus. Hier stehen vier Messgrößen zur Auswahl: Feuchtigkeit, Düngemittel, Temperatur und Licht. Sind Sie mit Ihrem Sensor verbunden, wird die App die aktuelle Messung anzeigen. Wählen Sie, um Messungen über einen bestimmten Zeitraum anzuzeigen, das Diagrammsymbol rechts unten aus.

Klicken Sie auf die vier Symbole an der Unterseite des Bildschirms, um Messungen anzuzeigen oder zu entfernen. Sie haben die Möglichkeit, Messungen nach Tag, Woche oder sonstigen Zeiträumen am oberen Menübalken anzuzeigen oder durch Auf- und Zuziehen zu vergrößern oder zu verkleinern. Zeigen Sie mehr als eine Messung an, werden die Werte der vertikalen Achse (y) nicht angezeigt. Wählen Sie zur Anzeige der aufgezeichneten Werte eine Einzelmessung aus.



Bodenfeuchte im Zeitraum einer Woche



Bodenfeuchte, Temperatur und Licht im Zeitraum einer Woche

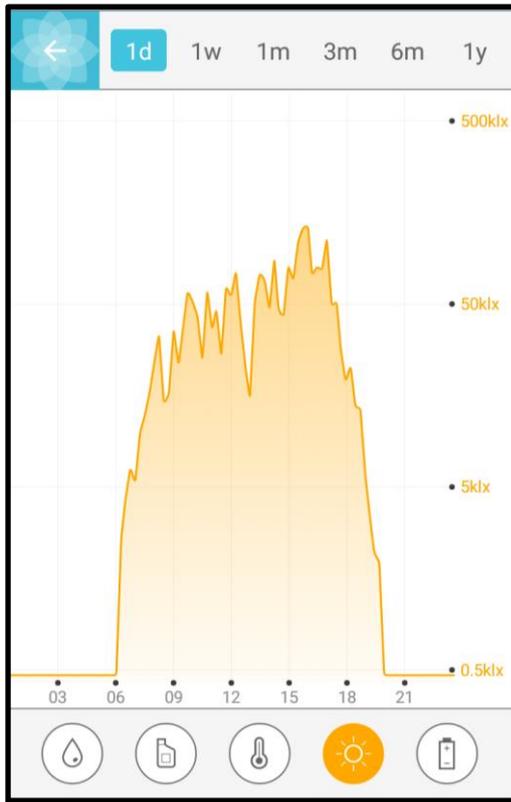
Tagesmuster

Licht

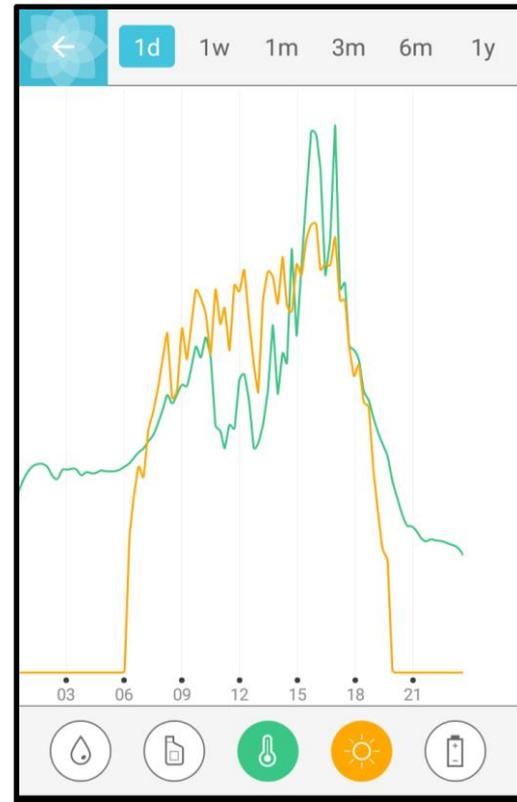
Der Wechsel zwischen Nacht und Tag ist eindeutig erkennbar. In diesem Beispiel geht die Sonne ca. um 06:00 Uhr auf und um ca. 20:00 Uhr unter, doch im Tagesverlauf kommt es zu Schwankungen. Diese Schwankungen können durch die Bewegung von Wolken und Schatten, beispielsweise die der Vegetation am Standort des Sensors, verursacht werden.

Temperatur

Die Sonne spendet sowohl Licht als auch Wärme und der Zusammenhang dieser zwei wichtigen Faktoren des Pflanzenbaus geht aus dem Diagramm klar hervor. Mit dem Anstieg des Lichtpegels während des Tages geht auch ein Temperaturanstieg einher. Wärme kann jedoch gespeichert werden und die Temperatur fällt nicht so abrupt wie die Lichtintensität, da die Sensoren die Wärme halten.



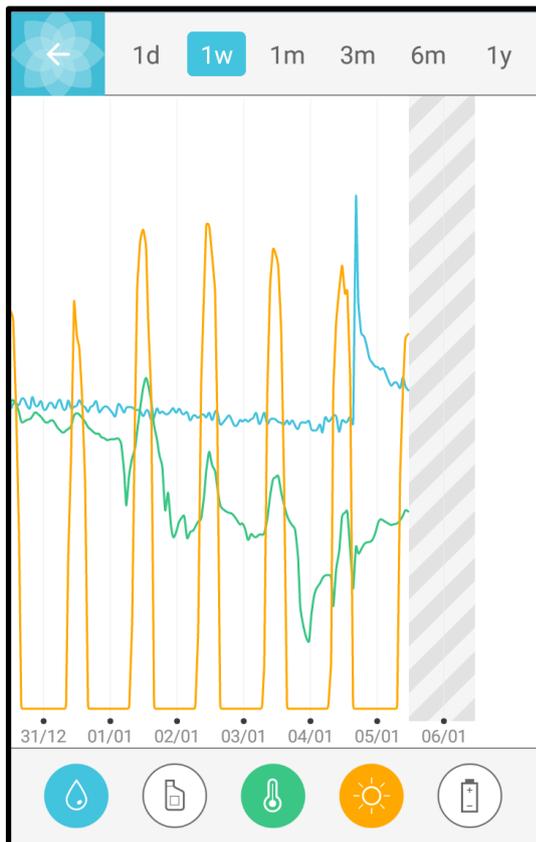
Lichtmessungen im Zeitraum eines Tages



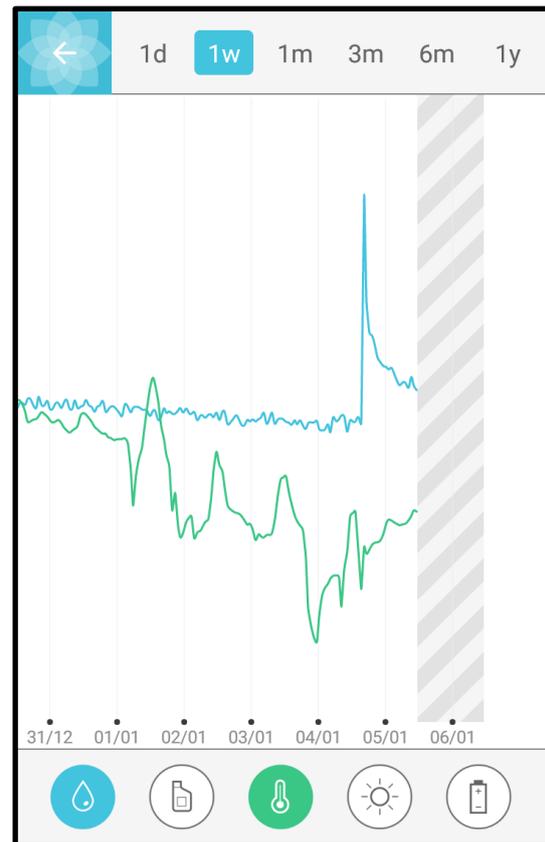
Licht- und Temperaturmessungen im Zeitraum desselben Tages

Wochenmuster

Die Tagesmuster für Licht lassen sich in der ganzen Woche klar als Höhen und Tiefen erkennen. Die Muster von Temperatur und Bodenfeuchte sind interessanterweise variabler.



Feuchtigkeit, Temperatur und Licht im Zeitraum einer Woche



Feuchtigkeit, Temperatur und Licht in derselben Woche

Wie schon im Tagesmuster sehen wir in den Daten für die oben angezeigte Woche, wie die Spitzenwerte der Temperatur (grün) mit denen des Lichts (orange) korrespondieren. Über die Woche verteilt fallen diese Spitzentemperaturen jedoch und zum Ende der Woche hin stellen sich nachts mehrfach relativ kalte Temperaturen ein. Insbesondere Pflanzen, die kälteempfindlich sind, können dadurch in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden. Ein Rückgang der Spitzentemperatur kann Zeiträume anzeigen, in denen die Pflanzen des Schutzes vor Kälte bedürfen, sodass Sie sich auf entsprechende Vorkehrungen auf ihrer eigenen Anbaufläche einstellen können (z. B. Pflanzkübel reinholen, Abdeckung der Pflanzen mit Gartenvlies, das Auspflanzen von Jungpflanzen wird verschoben).

Bodenfeuchte (blau) geht in der Woche schrittweise zurück, bis am 05.01. ein Spitzenwert erreicht wird, der Niederschlag oder eine Bewässerung anzeigt, danach folgt erneut ein Rückgang. Der allmähliche Rückgang in der Woche zeigt, dass das im Boden befindliche Wasser schrittweise verschwindet. Dieser Vorgang kann sich durch die Verdunstung an der Bodenoberfläche vollziehen und/oder mittels Absorption durch die Pflanzen, zusammen „Evapotranspiration“ genannt. Es lohnt sich, diesen Prozess zu beachten, um zu wissen, wann bei Wasserbedarf die Effizienz der Bewässerung am größten ist.

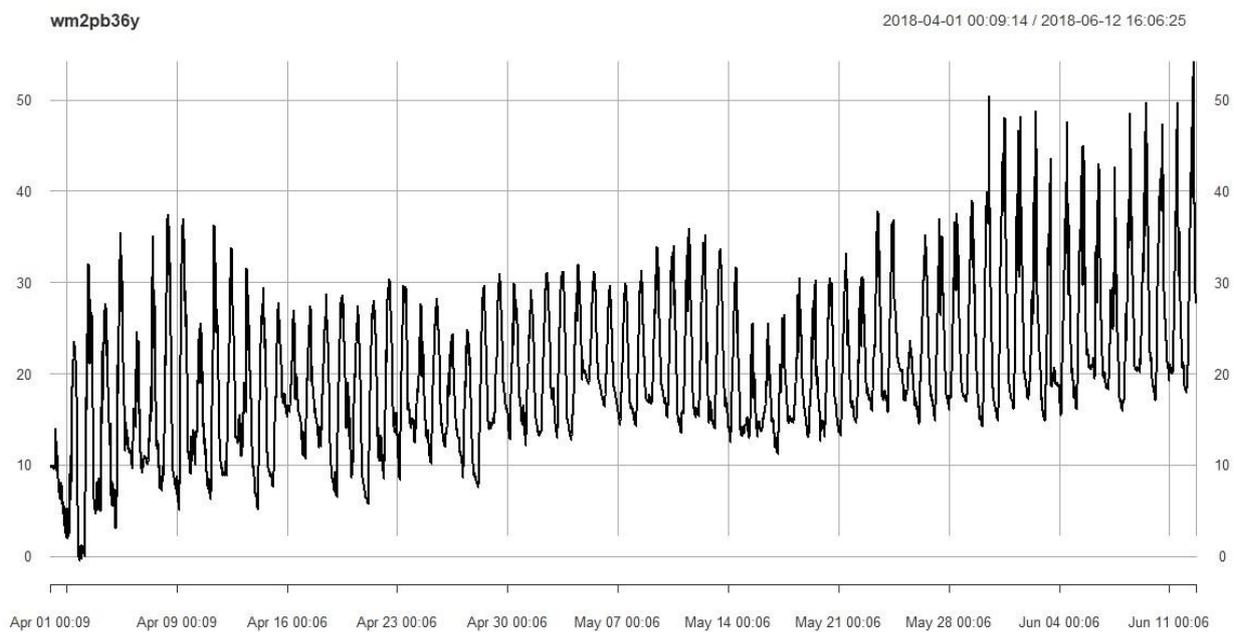
Nach einem Niederschlags- oder Bewässerungsereignis verschwindet die überwiegende Menge des Zusatzwassers rasch (der rapide Abfall nach dem Spitzenwert), ein Umstand, der gut drainierte Böden oder – bei hohen Temperaturen – eine hohe Verdunstung nahelegt. Der gesamte Bodenwassergehalt ist danach jedoch höher als zu Beginn der Woche, was die Vermutung nahelegt, dass die täglich verlorene Feuchtigkeit



durch Niederschlag oder Bewässerung mehr als ersetzt wird.

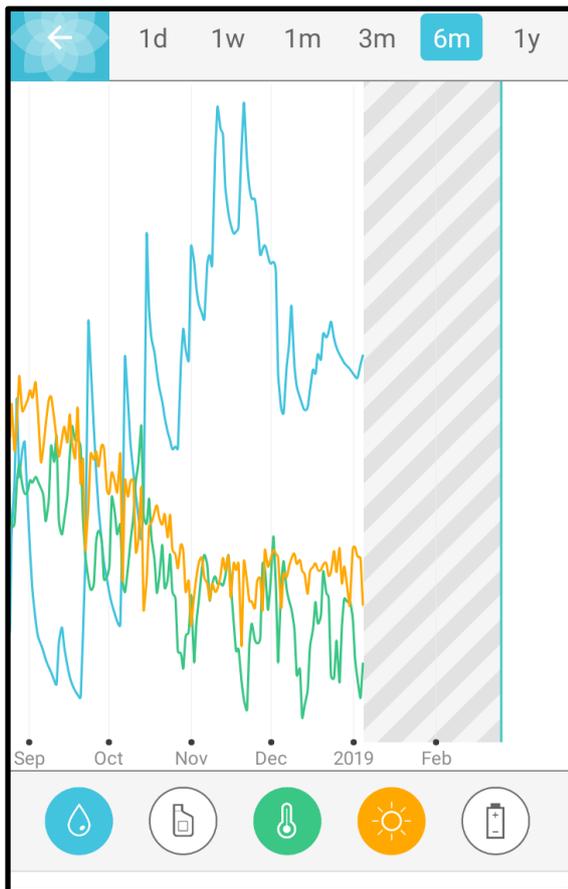
Langfristige Muster

Die Erhebung von Messwerten über einen längeren Zeitraum hinweg gewährt Einblicke in jahreszeitlich bedingte Veränderungen. In diesem Diagramm der Temperaturmesswerte sind die täglichen Muster von Tag und Nacht, jedoch auch ein mehr schrittweiser Anstieg der Temperatur zwischen April und Juni, klar zu sehen.

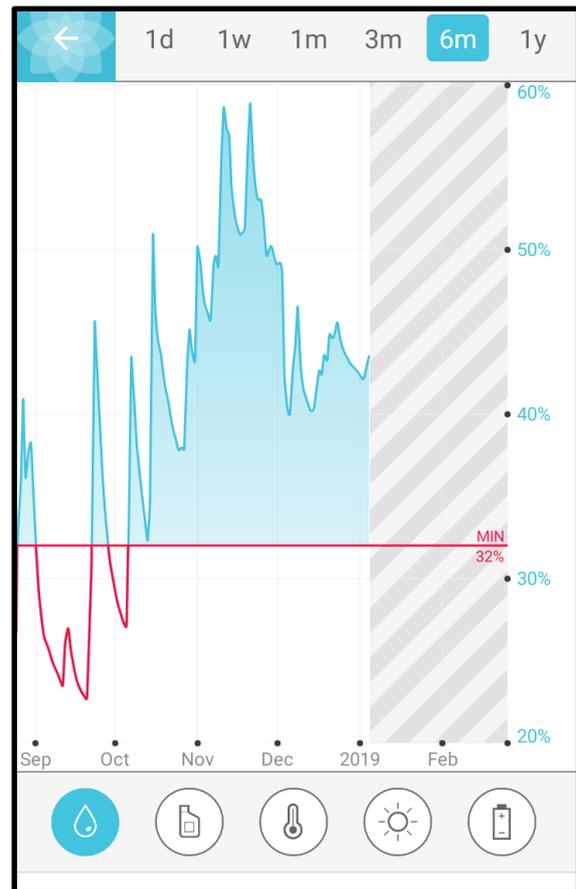


Danksagung an: Jody Thornton

Die folgenden Bildschirmkopien der Flower-Power-App zeigen, wie Licht und Temperatur von September bis Januar abnehmen und die Niederschlagsmengen in den Wintermonaten tendenziell höher ausfallen.

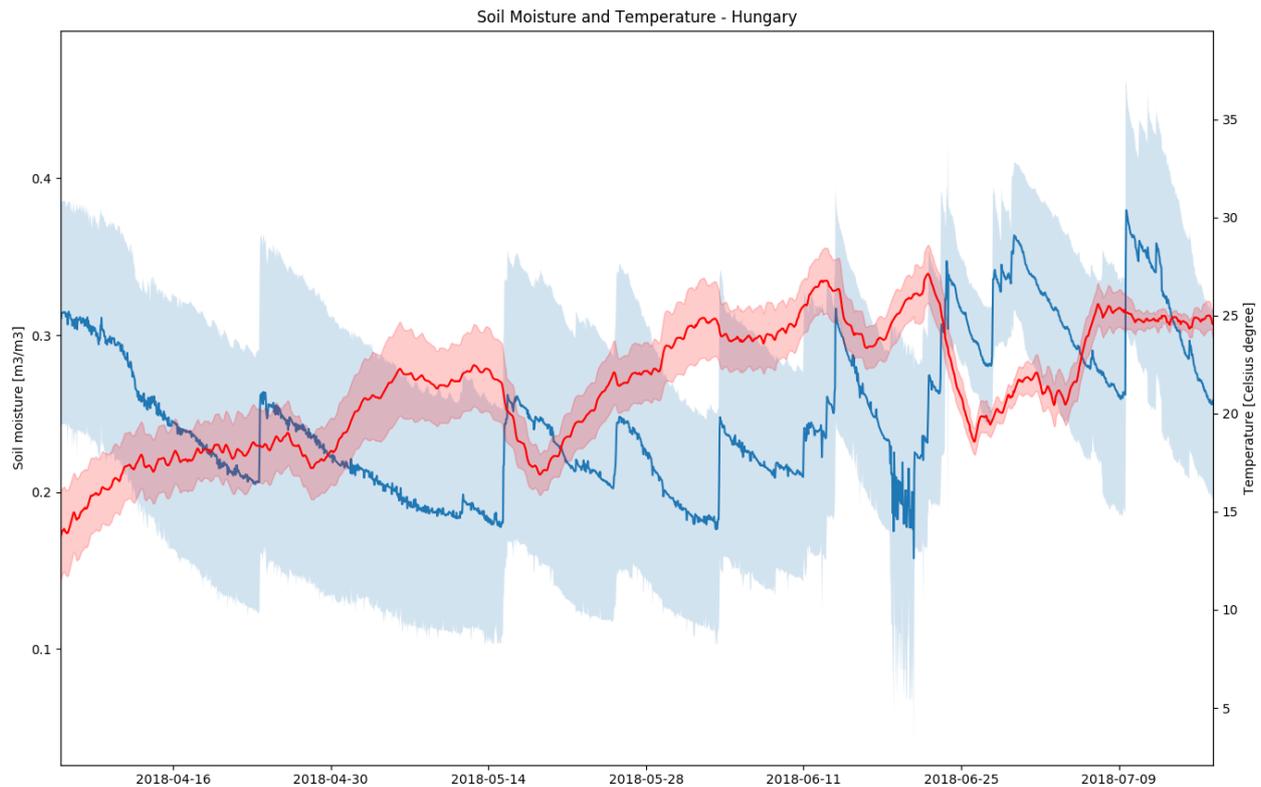


Feuchtigkeit, Temperatur und Licht im Zeitraum von sechs Monaten



Feuchtigkeit über denselben Sechsmontatszeitraum

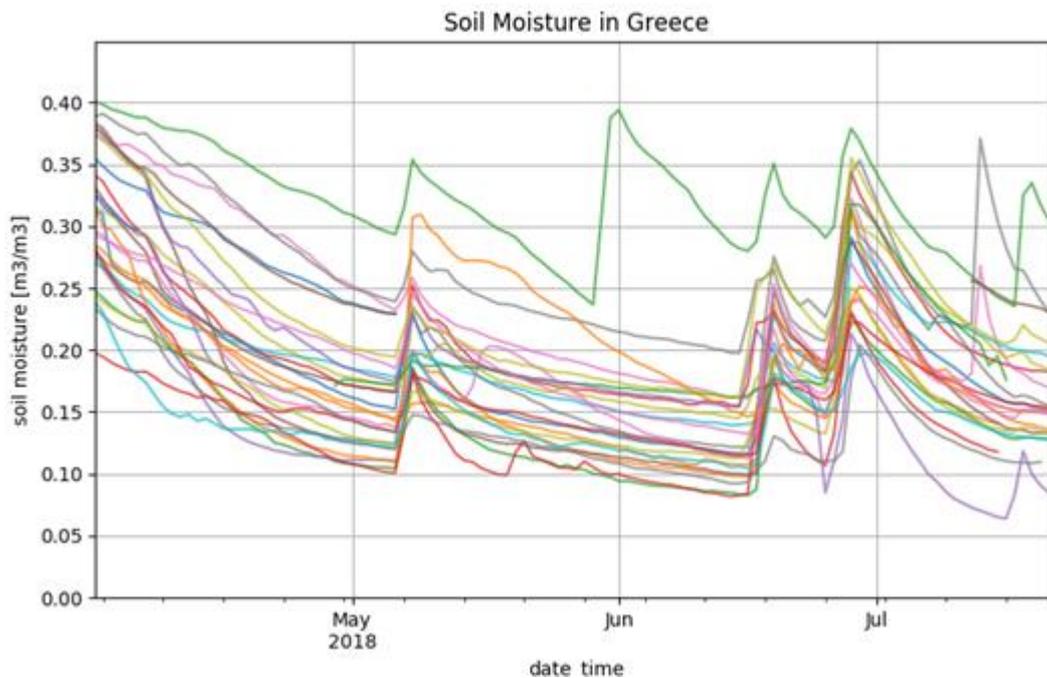
Das nächste Diagramm zeigt die Veränderungen der Bodenfeuchte (blau) und Temperatur (rot) über einen Viermonatszeitraum und verwendet Daten mehrerer Flower-Power-Sensoren. Die fettgedruckte Mittellinie steht für den Durchschnittswert an verschiedenen Orten in derselben Region. Der schattierte Bereich steht für die Schwankungsbreite der Sensoren (Standardabweichung). Worin besteht der Zusammenhang zwischen Bodenfeuchte, Temperatur und Niederschlagsmenge?



Der Einfluss von Nässe auf Bodenfeuchte und Temperatur ist unverkennbar. Kommt es zu extremen Niederschlagsereignissen (und damit zu einem rapiden Anstieg der Bodenfeuchte), ändert sich dementsprechend die Temperatur. Je stärker die Regenfälle, umso größer der Temperatursturz. Ende Juni lässt sich dieser Vorgang gut beobachten. Zwischen dem Niederschlagsereignis und dem Temperatursturz liegen üblicherweise einige Stunden oder Tage.

Räumliche Muster

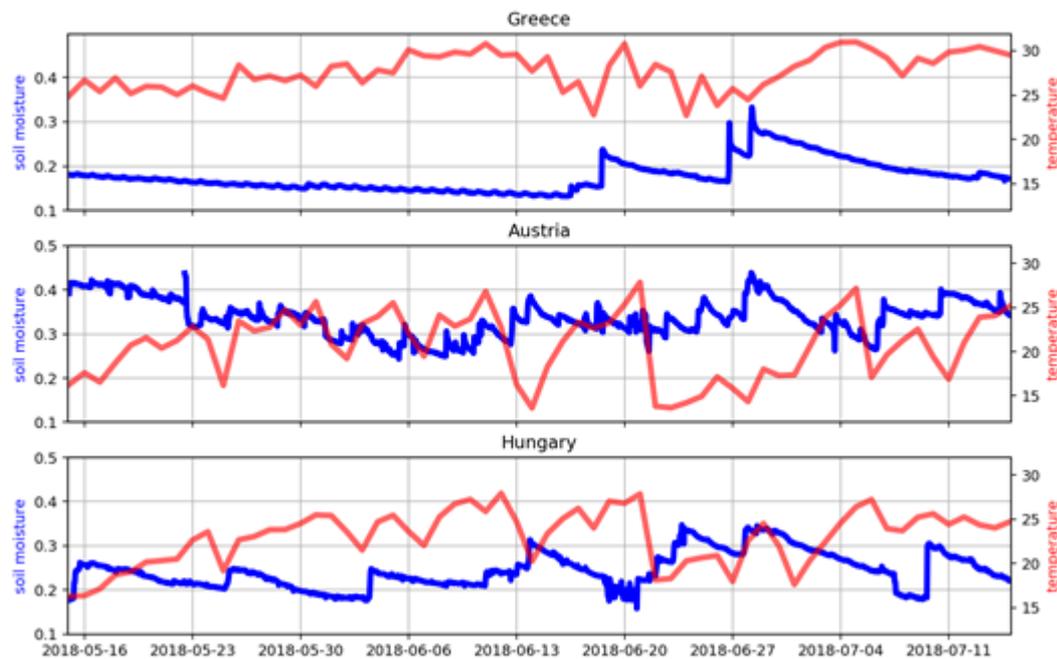
Das Vorhandensein mehrerer Bodensensoren gestattet die Identifizierung räumlicher und zeitlicher Muster. Das nächste Diagramm zeigt die über einen Zeitraum von dreieinhalb Monaten im Sommer 2018 bei Alexandroupoli in Griechenland gemessene Bodenfeuchte. Jede Zeile steht für einen Sensor (insgesamt ca. 30 Stück).



Obwohl die Sensoren nah beieinander platziert sind, weisen die Bodenfeuchtwerte deutliche Unterschiede auf. Dieser Umstand ist der Tatsache geschuldet, dass die Bodenfeuchte aufgrund von Bodenart, organischer Bodensubstanz, Vegetation und Topografie in geringem Umfang variieren kann. Weiterführende Informationen zur Beeinflussung von Sensormesswerten finden Sie [hier](#). Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Verfahrensweisen der Flächenbewirtschaftung, könnten Sie zur Messung der Unterschiede Bodensensoren einsetzen.

Muster in Zeit und Raum

Das nächste Diagramm zeigt Muster in einem größeren Maßstab. Es zeigt die Durchschnittstemperatur (rote Linie) und Feuchtigkeit (blaue Linie) aller Sensoren an drei Standorten in drei unterschiedlichen Klimazonen: Österreich, Griechenland und Ungarn.



Griechenland (oberstes Diagramm) hat, insbesondere bis Mitte Juni, die höchste Temperatur und die niedrigsten Feuchtigkeitswerte. Der typische Trend des trockenen mediterranen – und somit auch des griechischen – Klimas mit seinen äußerst trockenen Bedingungen und hohen Temperaturen ist klar ersichtlich. In der zweiten Hälfte dieser Periode führte jedoch ein Regenereignis zu einem Anstieg der Bodenfeuchte und einem leichten Temperaturrückgang.

Österreich und Ungarn weisen vergleichbare gegenseitige Muster auf: die Feuchtigkeitswerte sind höher und insbesondere die Temperaturtrends ähneln sich. Dieser Umstand hebt die Ähnlichkeit der klimatischen Bedingungen in den zwei Regionen hervor, was insbesondere auf die Sonneneinstrahlung (Energie von der Sonne) zutrifft, welche einer der Hauptfaktoren ist, der die Temperatur bestimmt.

Darüber hinaus lässt sich beobachten, dass die Bodenfeuchte in Österreich kontinuierliche Steigerungen aufweist, was auf leichten Regen und/oder Einzelschauer hindeutet und im Einklang mit dem erwarteten österreichischen Klima steht (warm, gemäßigt und feucht), wo sich Niederschläge relativ gleichmäßig über das Jahr verteilen.

Ein weiteres auffallendes Muster ist die Beziehung zwischen Temperatur und Niederschlag (entsprechend den Spitzenwerten der Bodenfeuchte) – nach einem großen Regenereignis tendiert die Temperatur zurückzugehen und je stärker die Niederschläge, desto größer der Temperaturrückgang.



Was beeinflusst Sensormesswerte?

Die augenfälligsten der zahlreichen unterschiedlichen Faktoren, welche sich auf die Bodenfeuchte auswirken, sind Regen und Temperatur, doch auch der Bodentyp, der Pflanzenbewuchs sowie Neigung und Exposition der Flächen spielen eine Rolle. Für die korrekte Auslegung von Sensordaten brauchen wir mehr Informationen über den Standort des Sensors, diese werden Metadaten (Daten über andere Daten) genannt.

Überschirmungsgrad

Vergleichen Sie einen unter Bäumen platzierten Flower-Power-Sensor mit einem, der sich in einem Getreidefeld befindet. Wie könnten die Unterschiede im Pflanzenbewuchs die Messwerte des Bodensensors bezüglich Bodenfeuchte, Temperatur und Licht beeinflussen?

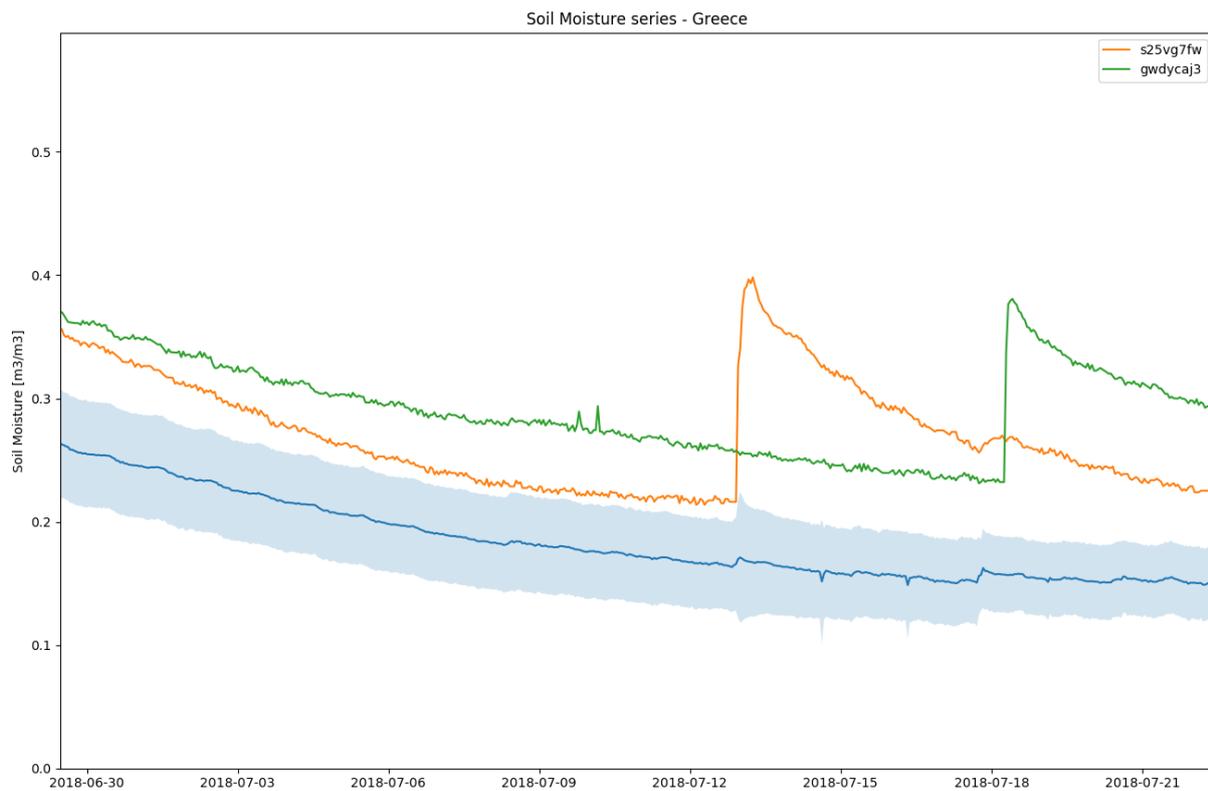
Die dichtere Überschirmung der Bäume reduziert die Lichtaufnahme des Sensors, der abkühlt und mehr im Schatten ist. Die Überschirmung fängt auch eine gewisse Regenmenge vor dem Kontakt mit dem Boden ab, sodass die Feuchtigkeitswerte schrittweiser ansteigen, als an nicht überschirmten Orten. Außerdem trocknet überschirmter Boden nach Regen aufgrund der niedrigeren Temperatur und weniger Sonnenlicht langsamer aus und die Verdunstung ist dementsprechend geringer. Eine Fläche mit wenig oder keiner Überschirmung trocknet rascher aus und durchnässt schneller.

Flächennutzung

Das obige Beispiel zeigt, dass sich die Art des Pflanzenbewuchses und die Überschirmung auf die Bodenfeuchte auswirken, doch es gibt noch weitere Einflussfaktoren der Flächennutzung. Die Beobachtung und Beschreibung aller sichtbaren Komponenten der Landoberfläche, z. B. Bäume, Büsche, Gewässer, Nutzpflanzen und sonstige Pflanzen, Gebäude, Straßen und Treibhäuser, kann Ihnen helfen, die von ihnen ausgehenden Auswirkungen auf die Bedingungen ihrer Anbaufläche (Sonnenschein, Feuchtigkeit, Temperatur und allgemeiner Pflanzenwuchs) besser nachzuvollziehen. Ein gepflasterter Bereich in der Nähe des Sensors kann beispielsweise zum schnelleren Abfließen von Regenwasser führen, wodurch die Bodenfeuchte rapide ansteigt und die Wärme im Sommer besser aufgespeichert wird. Im Winter ist dieser Bereich jedoch kälter.

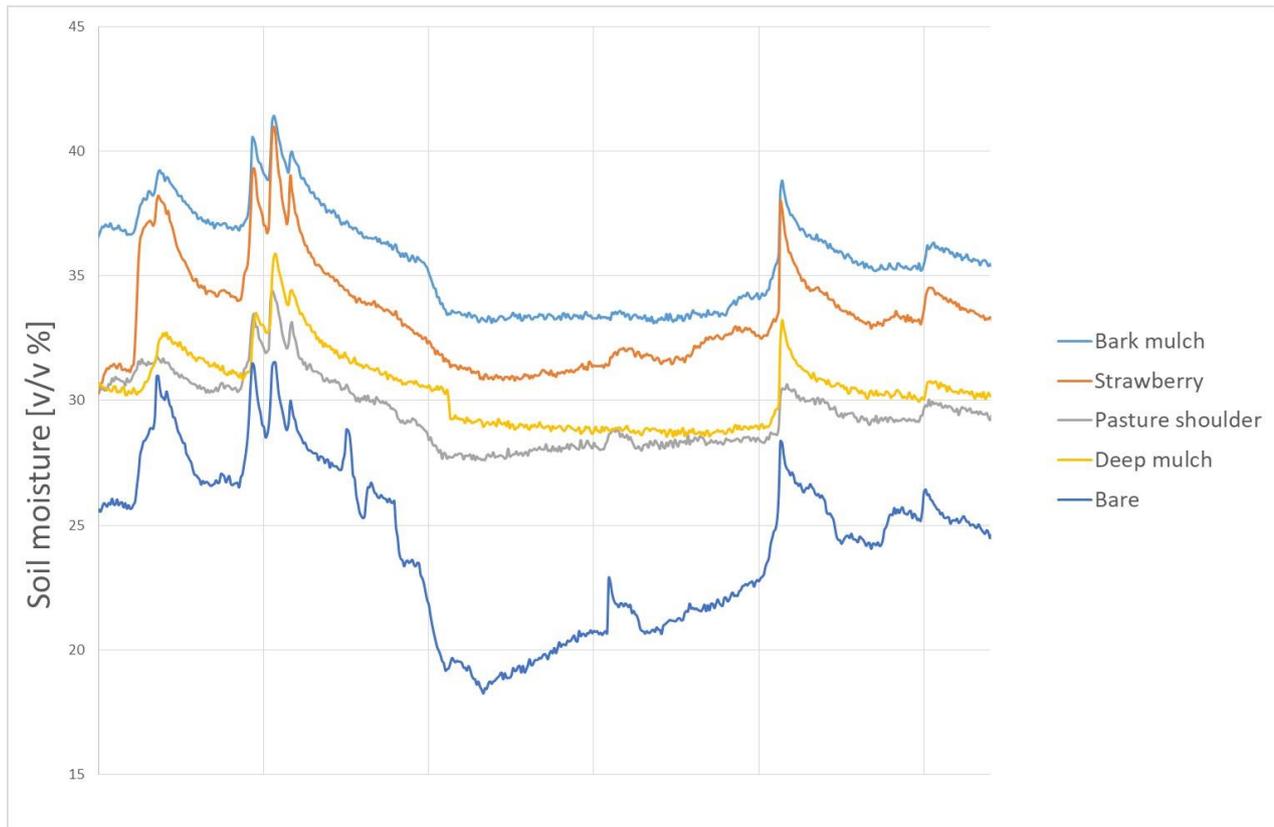
Flächenbewirtschaftung

Die Praktiken zur Flächenbewirtschaftung, die Sie um Sensoren herum anwenden, z. B. Düngerausbringung, Bodenbestellung oder Umgraben, Bewässerung und Mulchanwendung können sich auf die Sensormesswerte auswirken. Zur Veranschaulichung empfiehlt sich ein Blick auf dieses Diagramm der durchschnittlichen Bodenfeuchte (blaue Linie) und der Standardabweichung (schattierter Bereich) von Sensoren, die sich in Griechenland befinden, sowie von zwei Einzelsensoren (orange und grüne Linie).



Die von der orangen und der grünen Linie dargestellten Sensoren zeigen ein von der durchschnittlichen Bodenfeuchte abweichendes Muster. Anstelle der kontinuierlichen Austrocknung sind rapide Anstiege der Bodenfeuchte zu sehen, was als eine Reaktion auf eine andere Wasserquelle auszulegen ist. Da die Sensoren nur wenige hundert Meter voneinander entfernt sind, ist Regen als Ursache hier nicht wahrscheinlich, ihre Nähe zu einem Bewässerungssystem dagegen umso mehr. Anomalien wie diese lassen sich leichter feststellen und auslegen, wenn Sie Aufzeichnungen über die im Umkreis der Sensoren erfolgte Flächenbewirtschaftung führen.

Es folgt ein weiteres Beispiel, das zeigt, wie unterschiedliche Mulche die Messwerte der Bodenfeuchte beeinflussen können. Mulche tendieren dazu, Feuchtigkeit im Boden zu halten, indem sie die Höchsttemperatur des Bodens absenken und eine Barriere gegenüber Wasserverdunstung bilden.



Neigung

Der Umstand, ob eine Fläche eine Neigung aufweist oder eine flache Ebene darstellt, hat wesentliche Auswirkungen auf Wasserbewegung, Bodenzusammensetzung und verfügbares Sonnenlicht. Unregelmäßigkeiten in der Neigung einer bergigen Gegend oder gar kleine Unregelmäßigkeiten einer Fläche, die beeinflussen, ob sich Wasser ansammelt oder abläuft, können wiederum die Verfügbarkeit von Nährstoffen und Wasser für Pflanzen beeinflussen. Werfen Sie einen Blick auf Ihr Land oder Ihre Region, so werden Sie wahrscheinlich feststellen, dass die flacheren Regionen landwirtschaftlich genutzt werden. Steilere Bereiche eignen sich evtl. für Beweidung, die steilsten Regionen dagegen werden von der Forstwirtschaft genutzt. Bisweilen legen Pflanzenzüchter flache Anbauflächen an, beispielsweise viele Reisterrassen in Asien, um ihre Anbaubedingungen zu verbessern.

Die Neigungslage ist die Kompass- oder Himmelsrichtung, in die ein Hang weist. Sie wirkt sich auf die Temperatur und die Licht- und Wetterverhältnisse aus, somit auf Prozesse, welche die Bodenbildung beeinflussen (so etwa Erosion, Sedimentation und Felsverwitterung.) Diese Faktoren haben allesamt eine große Auswirkung auf das Umfeld und die Bedingungen des Pflanzenanbaus. Die Messung von Neigung, Exposition und Steilheit lässt sich mit den in diesem Video gezeigten einfachen Hilfsmitteln erlernen: <https://youtu.be/yxpYmcP7RsQ>.

Bodentyp

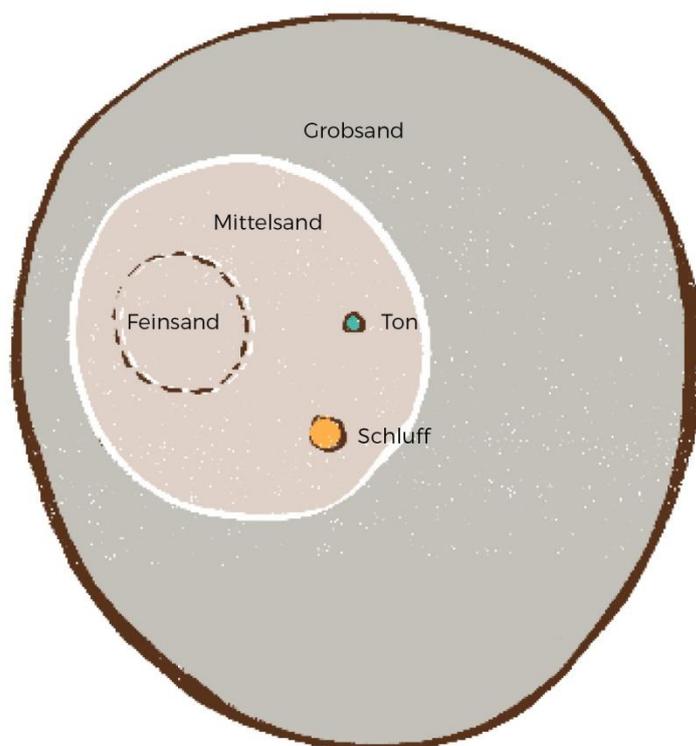
Böden setzen sich aus mineralischen (verwittertes Gestein) und organischen Komponenten (tote Pflanzen und Tiere) zusammen. Manche Böden, beispielsweise viele Wüstenböden, sind reine Mineralböden, oder rein organisch, wie etwa Torf, die meisten befinden sich auf dieser Skala jedoch irgendwo in der Mitte. Da



Wasser fester an organischer Materie als an Mineralien haftet, halten Böden mit mehr organischer Substanz generell mehr Wasser als solche mit einem höheren Mineralgehalt.

Bodenart

Die Bodenart beschreibt die relativen Mengen von drei Korngrößen: Sand (die größte), Schluff, Ton (die kleinste). Ein Bodenartendreieck zeigt die Anteile jeder Korngröße und den Namen der resultierenden Bodenart an. Die Bodenart wirkt sich auf die Wasserleitfähigkeit und damit auf den Nährstoffgehalt und die Erosionsanfälligkeit aus.



Bodentextur

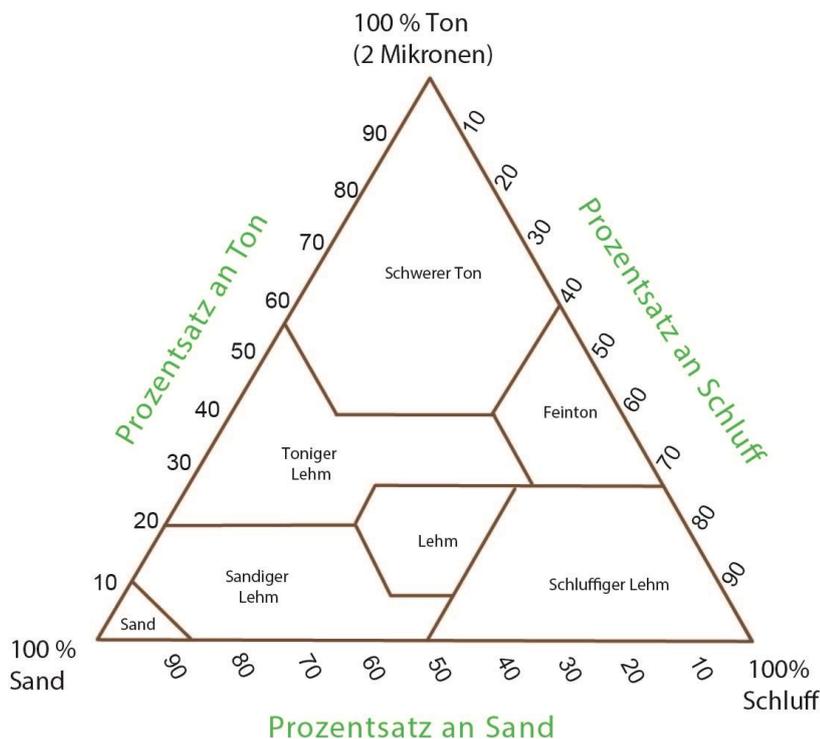
relative Partikelgröße

- Ton < 0,002 mm
- Schluff 0,002 - 0,05 mm
- Sand 0,05 - 2 mm]

Relative Korngrößen der Bodensubstanz



Bodenartendreieck



Bodenartendreieck

In einem Bodenlabor wird die Bodenart durch Berechnung der Anteile der jeweiligen Kornfraktionen festgestellt, indem trockener Boden durch eine Reihe von Sieben mit Standardmaschenweiten passiert wird oder durch Auflösung von Bodensubstanz in Wasser, nachdem die Zeitdauer gemessen wird, bis sie sich setzt. Die Fingerprobe bietet Pflanzenzüchtern eine benutzerfreundliche Möglichkeit zur Bestimmung der Bodenart. Sie lässt sich durch das Drücken von Bodensubstanz in der Hand und die Beobachtung der möglichen Formen abschätzen.

Da Lehmböden eine gute Balance kleiner und großer Teilchen aufweisen (d. h. sie bieten Wasser ausreichend Platz), eignen sie sich vorzüglich zur Aufzucht von Nahrungspflanzen. Wasser läuft in Lehmböden zwar ab, jedoch nicht besonders rasch, sodass die Pflanzen weder durchnässen noch austrocknen und Nährstoffe gut speichern. Da Wasser in sandigen Böden rascher abläuft und die Nährstoffe wegspült, tendieren diese dazu, trockener zu sein und einen niedrigeren Nährstoffgehalt zu haben. Die winzigen Feinteilchen in Tonböden erschweren dem Wasser die Durchdringung, wodurch Staunässe auftreten kann. Tonböden, die austrocknen, werden sehr hart, wodurch Pflanzenwurzeln sie nur schwer durchdringen können und Wasser normalerweise an der Oberfläche abläuft.

Porosität und Dichte des Bodens

Die Bodenporosität steht für die Anzahl der Räume (oder Poren) zwischen den Bodenteilchen. Poren können mit Luft oder Wasser angefüllt sein und ihre Größe variiert von Mikroporen (5-30 Mikronen) über Mesoporen (30-75

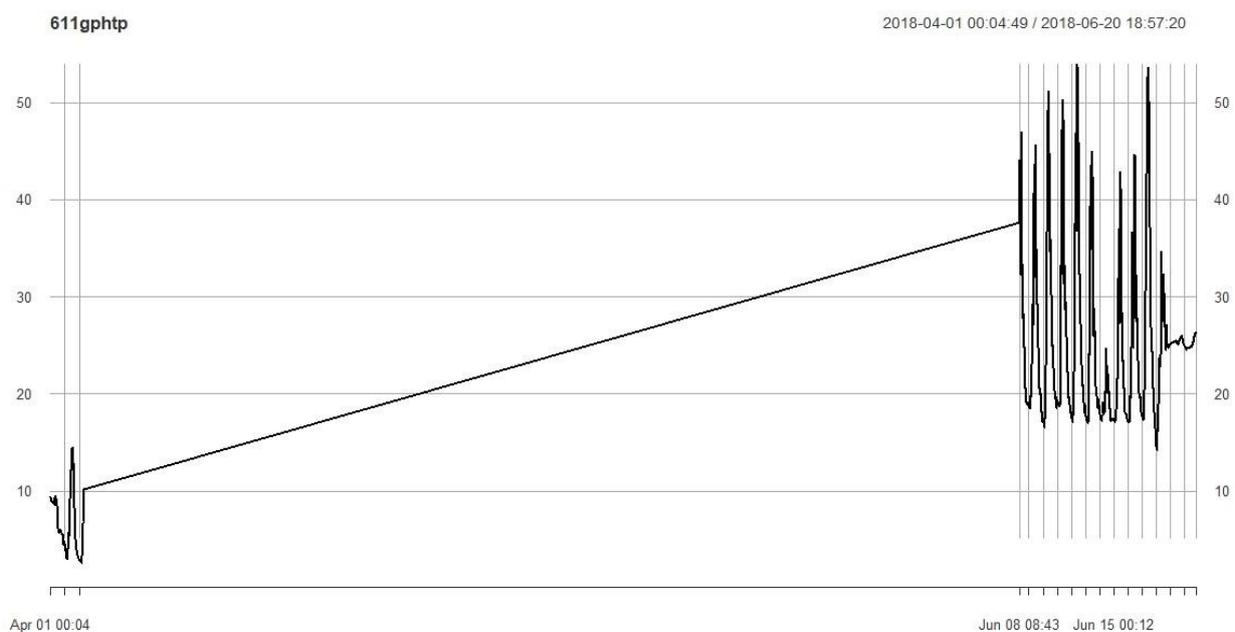


Mikronen) bis hin zu Makroporen (größer als 75 Mikronen). Poren können durch physische Bodenprozesse, wie etwa Bodenverkrustung aufgrund von Dürre oder Frost, und durch biologische Bodenprozesse, wie Pflanzenwurzeln und die Fraßgänge von Regenwürmern, entstehen. Die Porosität wird auch von der Bodenart beeinflusst. Da die Teilchen in Tonböden kleiner und kompakter sind als die größeren Teilchen in Sandböden, tendieren diese Böden zu einer niedrigen Porosität. Porösere Böden haben mehr Poren und sind wasserdurchlässiger als weniger poröse Böden. Die Dichte steht für die Masse der Bodenteilchen in einem bestimmten Volumen und richtet sich nach Bodentyp, Porosität und dem Grad der Bodenverdichtung. Kommt es zur Verdichtung des Bodens, werden die Zwischenräume zwischen den Teilchen komprimiert, sodass die Porosität abnimmt und die Dichte zunimmt. Dies kann zu Problemen im Anbau führen, da das Wachstum von Pflanzenwurzeln und die Bewegung von Bodentieren, Luft und Wasser eingeschränkt werden.

Messfehler

Wie sich gezeigt hat, können Sensoren von zahlreichen Faktoren beeinflusst werden. Die Wahl eines passenden Standorts für den Sensor ist wichtig, um einige dieser Faktoren zu minimieren und die Genauigkeit der Sensormessungen zu verbessern. Das GROW-Schulungshandbuch bietet einen Leitfaden zur Platzierung von Sensoren, um genaueste Messwerte sicherzustellen. Ansonsten haben Sie die Möglichkeit, dieses Video anzusehen, in dem Daniel Kibirige, PhD-Student an der Universität Miskolc, einige nützliche Tipps zur Platzierung von Bodensensoren gibt: https://www.youtube.com/watch?v=0_YORZgXEMU

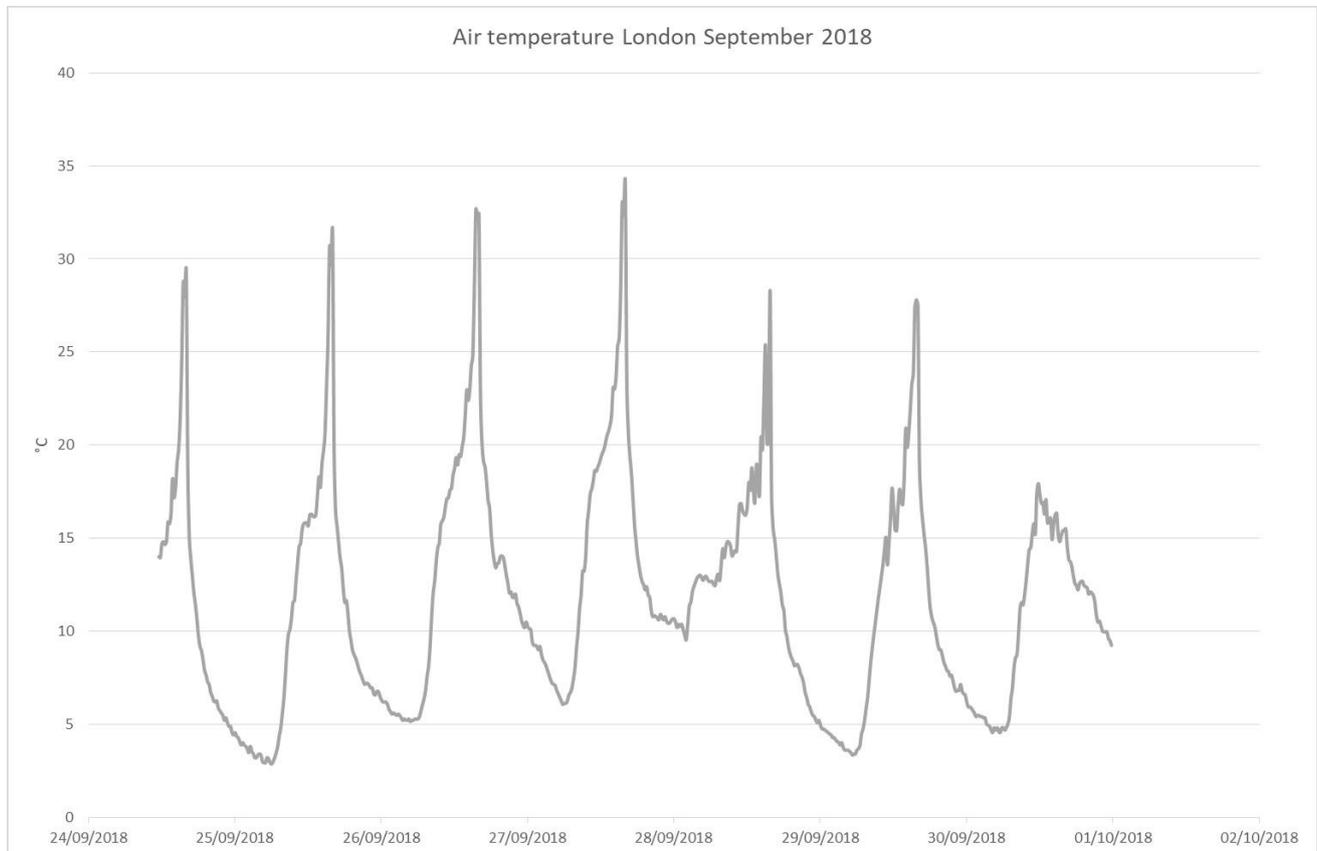
Das folgende Diagramm zeigt einige Messfehler, die sich bei der Verwendung von Sensoren ergeben können. Das erste Diagramm zeigt die Temperaturmesswerte eines Einzelsensors. Im Zeitraum von April bis Juni kam es zu einem offensichtlichen Ausfall der Datenerhebung, was möglicherweise von einem Batteriedefekt verursacht wurde.



Danksagung an: Jody Thornton

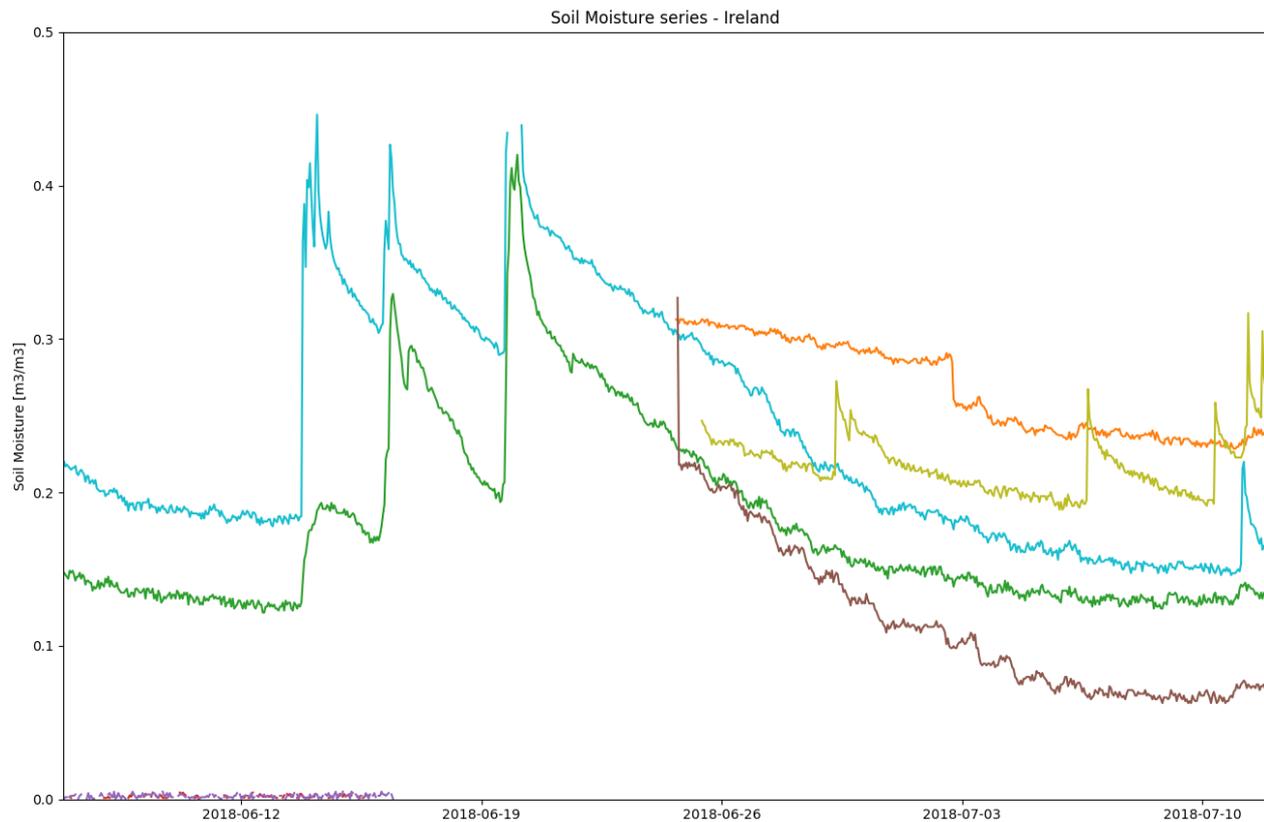


Das nächste Diagramm zeigt Lufttemperatur-Messwerte eines in London (Vereinigtes Königreich) platzierten Flower-Power-Sensors vom September 2018. Sehen Sie sich die Spitzenwerte der Temperaturen an. Fällt Ihnen etwas Ungewöhnliches auf?



Die Temperaturspitzenwerte sind unnatürlich hoch. Obwohl dieser Monat ungewöhnlich warm für das Vereinigte Königreich war, weisen die amtlichen Wetterdaten als Höchsttemperatur 25 °C aus. Dieses Diagramm illustriert, wie sich der Temperatursensor des Flower-Power-Sensors aufheizen kann, wenn er direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist, und Messwerte produziert, die höher als die Lufttemperatur sind. Der Datenabgleich mit externen Quellen und die eigenen Erfahrungswerte spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle.

Das nächste Diagramm zeigt die Veränderungen der Bodenfeuchte im zeitlichen Verlauf, aufgezeichnet von einigen Sensoren in Irland (dargestellt durch farblich unterschiedene Linien). Überprüfen Sie die Linien. Sieht eine problematisch aus?



Die purpurne Linie ist fehlerhaft. Die zu Beginn des Zeitraumes erfassten Daten zeigen die Bodenfeuchtwerte bei nahezu 0. Dies ist praktisch unmöglich, da der Boden selbst in extremer Trockenheit eine gewisse Wassermenge hält, die für Pflanzen allerdings nicht immer verfügbar ist. Eine so geringe Bodenfeuchte kann auf Messungen zurückzuführen sein, die vor der Platzierung des Sensors im Boden durchgeführt wurden. Es ist wichtig, derartige Messungen zu identifizieren und aus der weiteren Analyse auszuschließen, da fehlerhafte Beobachtungen zu irreführenden Ergebnissen und Schlussfolgerungen führen können.

Fallstudien

Pavlos Georgiadis

Ethnobotaniker. Nachhaltigkeitsberater. Unternehmer im Bereich Agrarnahrungsmittel.

„Ich bin ein Olivenbauer in der vierten Generation und widme mich leidenschaftlich der Revitalisierung unseres familieneigenen Bauernhofs mithilfe nachhaltiger Anbaupraktiken. Im September 2018 hatten wir eine Durchschnittstemperatur, die um 12 Grad über der des Vorjahres lag, was zu einer vielfachen Verbreitung eines Pilzes führte, der letztlich den Verlust von 70 % unserer Produktion verursachte. Dank GROW bin ich in der Lage, Bodenfeuchte- und Bodentemperaturdaten zu kombinieren und dadurch eine bessere Schädlingsbekämpfung in meinem familieneigenen Olivenhain und eine bessere Anpassung an klimatische Veränderungen zu erzielen.“



In [diesem Video](#) erläutert der in Griechenland ansässige Pavlos Georgiadis, GROW-Community-Manager, wie Sensordaten trotz des Klimawandels, der sich in jedem Land äußerst unterschiedlich auswirkt, den Pflanzern, mit denen sie zusammenarbeiten, bei der Bildung von Gemeinschaften behilflich ist, die sich neuen Anbau- und Wetterbedingungen anpassen.

Kiki Chatzisavva

Biologin. Biowinzerin. Zweifache Mutter.

„Die Teilnahme an der GROW-Mission Klimawandel ermöglichte mir das Verständnis der Feuchtigkeitsgrade in meinem Weingarten, welche sich direkt auf den Geschmack und die Qualität meines Weins auswirken. Ich war überrascht, als ich entdeckte, dass die Bodenfeuchte an der Spitze des Hanges höher, in tiefer gelegenen Weingärten jedoch geringer war. Dadurch wurde ich in die Lage versetzt, die Bewässerung anzupassen und den Wasserverbrauch im Weingarten sorgfältig überwachen. Pflanzenzucht kann eine einsame Angelegenheit sein, doch der GROW-Standort Griechenland hat mir geholfen, mich mit anderen GROW-Teilnehmern zu vernetzen, Fachkenntnisse auszutauschen und auf lokaler Ebene gemeinsam zu handeln.“

Herunterladen der Sensordaten

Sie können Ihre Flower-Power-Sensor-Rohdaten mithilfe eines unkomplizierten, von GROW Observatory entwickelten Programms in einer kommagetrennten Datei (.csv) herunterladen. Besuchen Sie GROW Observatory GitHub <https://github.com/growobservatory/MyData> und wählen Sie das für Ihr Betriebssystem passende MyData-Programm aus. CSV-Dateien, die Zusammenfassungen und die Erstellung von Diagrammen und Datenanalysen ermöglichen, lassen sich in die meisten Tabellen oder sonstige Datenanalyseprogramme importieren.